

## DAMPFSENSOR

**Publication number:** DE3424129

**Publication date:** 1985-03-07

**Inventor:** KEMBER PETER NICHOLAS (GB); PEDLEY DEREK GEORGE (GB); WEBB BRIAN CHRISTOPHER (GB)

**Applicant:** EMI LTD (GB)

**Classification:**

- **International:** G01N27/00; G01N27/414; G01N27/00; G01N27/403; (IPC1-7): G01N27/12

- **European:** G01N27/414

**Application number:** DE19843424129 19840630

**Priority number(s):** GB19830022419 19830819

**Also published as:**



JP60044856 (A)



GB2145280 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE3424129

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3424129 A1

⑯ Int. Cl. 3:  
G01N 27/12

DE 3424129 A1

⑯ Aktenzeichen: P 34 24 129.9  
⑯ Anmeldetag: 30. 6. 84  
⑯ Offenlegungstag: 7. 3. 85

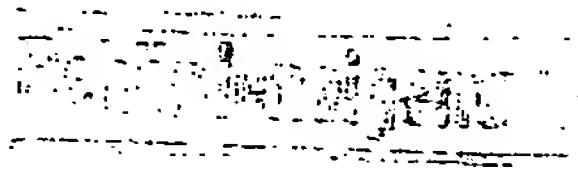
⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
19.08.83 GB 8322419

⑯ Anmelder:  
EMI Ltd., Hayes, GB

⑯ Vertreter:  
Eikenberg, K., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Brümmerstedt, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 3000  
Hannover

⑯ Erfinder:

Kember, Peter Nicholas, Ealing, London, GB; Pedley,  
Derek George, Amersham, Buckinghamshire, GB;  
Webb, Brian Christopher, Sunbury-on-Thames,  
Middlesex, GB



⑯ Dampfsensor

Ein Dampfsensor enthält einen Feldeffekt-Transistor mit isoliertem Tor, der zwischen der Torelektrode und dem Torisolator eine Schicht aus dampfabsorbierendem Material enthält. Die Tor-Elektrode ist porös, so daß sie die Absorption des Dampfes durch das Material zuläßt, das als Folge davon eine Änderung der Masse-Dielektrizitätskonstanten erfährt. Dies bewirkt eine Änderung der Tor-Kapazität des Transistors, die zu einer meßbaren Änderung der elektrischen Leitfähigkeit im Abfluß-Quelle-Kanal führt. Wenn der Sensor auf Wasserdampf anspricht, kann die genannte Schicht aus einem hydrophilen Polymer bestehen, z. B. aus einem Hydrogel. Falls der Sensor auf einen basischen oder sauren Dampf anspricht, kann die Schicht entsprechend aus einem sauren oder basischen Polymer bestehen.

DE 3424129 A1

EMI LIMITED

100/690

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Dampfsensor, dadurch gekennzeichnet, daß dieser einen Feldeffekt-Transistor mit isoliertem Tor enthält, der zwischen der Tor-Elektrode und dem Tor-Isolator eine Schicht aus einem Material aufweist, das in der Lage ist, einen ausgewählten Dampf oder eine ausgewählte Klasse von Dämpfen aus der Umgebung zu absorbieren, daß die Tor-Elektrode so angeordnet ist, daß sie in der Lage ist, die Schicht dem Dampf auszusetzen, wobei das Material als Folge der Absorption eine Änderung der Masse-Dielektrizitätskonstanten erfährt und dadurch eine meßbare Änderung der elektrischen Leitfähigkeit im Abfluß-Quelle-Kanal des Transistors bewirkt.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht aus einem hydrophilen Material besteht.
3. Sensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das hydrophile Material ein Hydrogel ist.
4. Sensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hydrogel ein Polyacrylat ist.
5. Sensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hydrogel Zelluloseacetat oder ein vernetztes Polymer auf der Basis von N-Vinyl-Pyrrolidon oder Polyacrylamid ist.

6. Sensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Polyacrylat durch Polymerisation eines Hydroxyalkyl-Methacrylats mit einem hydrophilen Monomer gebildet ist.
7. Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das hydrophile Monomer N-Vinyl-Pyrrolidon ist.
8. Sensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Polyacrylat durch Polymerisation eines Hydroxyalkyl-Methacrylats mit einem hydrophoben Monomer gebildet ist.
9. Sensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das hydrophobe Monomer Styrol ist.
10. Sensor nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Hydroxyalkyl-Methacrylat Hydroxyäthyl-Methacrylat ist.
11. Sensor nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Hydroxyalkyl-Methacrylat Hydroxypropyl-Methacrylat ist.
12. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht ein hydrophobes Polymer ist.
13. Sensor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das hydrophobe Polymer vernetztes Polystyrol ist.
14. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht aus einem sauren Polymer besteht.
15. Sensor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das saure Polymer-vernetzte Polymethacrylsäure ist.
16. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht ein basisches Polymer ist.

17. Sensor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das basische Polymer Poly(diäthylaminoäthyl)-Methacrylat ist.

## Dampfsensor

Die Erfindung betrifft einen Dampfsensor und insbesondere einen Feuchtigkeits-Sensor.

Dampfempfindliche Kondensatoren, insbesondere feuchtigkeitsempfindliche Kondensatoren sind bekannt. Diese Vorrichtungen haben den Nachteil, daß jede Änderung der Kapazität infolge einer Änderung des Partial-Dampfdruckes der Umgebung verhältnismäßig klein ist, so daß eine beträchtliche Sorgfalt erforderlich ist, um eine Streukapazität zu eliminieren, die in einer zugeordneten elektrischen Schaltung entstehen und die zu messende Wirkung überdecken kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Dampfsensor zu schaffen.

Die gestellte Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß der Dampfsensor einen Feldeffekt-Transistor mit isoliertem Tor enthält, der zwischen der Tor-Elektrode und dem Tor-Isolator eine Schicht aus einem Material aufweist, das in der Lage ist, einen ausgewählten Dampf oder eine ausgewählte Klasse von Dämpfen aus der Umgebung zu absorbieren, daß die Tor-Elektrode so angeordnet ist, daß sie in der Lage ist, die Schicht dem Dampf auszusetzen, wobei das Material als Folge der Absorption eine Änderung der Masse-Dielektrizitätskonstanten erfährt und dadurch eine meßbare Änderung der elektrischen Leitfähigkeit im Abfluß-Quelle-Kanal des Transistors bewirkt.

Eine Änderung der Masse-Dielektrizitätskonstanten, die durch Absorption eines Dampfes bewirkt wird, führt zu einer Änderung der Tor-Kapazität, die für eine feste Tor-Spannung eine ent-

sprechende Änderung im Abfluß-Strom erzeugt. Die Änderung des Abfluß-Stroms hängt von der Menge des absorbierten Dampfes ab, die ihrerseits von dem Partial-Dampfdruck und der Affinität des absorbierenden Materials für den Dampf abhängt.

Für einen gegebenen Sensor kann der Abfluß-Strom daher eine Anzeige des Partial-Dampfdruckes liefern.

Ein Beispiel für einen Dampfsensor ist ein Feuchtigkeits-Sensor, bei dem die absorbierende Schicht zwischen der Tor-Elektrode und dem Tor-Isolator auf den Wasserdampf der Umgebung anspricht. Es sei jedoch bemerkt, daß die vorliegende Erfindung auch andere Sensoren als Feuchtigkeits-Sensoren umfaßt, wobei das absorbierende Material so gewählt wird, daß es auf einen gewünschten Dampf oder eine Klasse von Dämpfen anspricht.

Im Falle eines Feuchtigkeits-Sensors kann die absorbierende Schicht zwischen der Tor-Elektrode und dem Tor-Isolator aus einem hydrophilen Material, z. B. einem hydrophilen Polymer bestehen. Solche Polymere können die Form eines Hydrogels haben, und es hat sich gezeigt, daß insbesondere Hydrogеле brauchbar sind, die aus den Polyacrylaten gebildet sind.

Polyacrylat-Hydrogеле können durch Polymerisation eines geeigneten Hydroxyalkyl-Acrylats oder -Methacrylats gebildet werden. Das Maß der Hydrophilität des resultierenden Polymers kann gesteuert werden durch Copolymerisation des Hydroxyalkyl-Methacrylats mit einem hoch-hydrophilen Monomer wie z. B. N-Vinyl-Pyrrolidon - wenn eine gesteigerte Hydrophilität gefordert wird - oder mit einem hydrophoben Monomer wie z. B. Styrol - wenn eine verminderte Hydrophilität gefordert wird. Ein Beispiel für ein geeignetes Hydroxyalkyl-Methacrylat ist Hydroxyäthyl-Methacrylat.

Beispiele von anderen Hydrogelen, die in einem Feuchtigkeits-Sensor verwendet werden können, sind Zellulose-Acetat

und vernetzte Polymere auf der Basis von N-Vinyl-Pyrrolidonen und Polyacrylamid.

Im Falle eines Dampfsensors, der auf Kohlenwasserstoff-Dämpfe ansprechen soll, z. B. Benzol, kann die absorbierende Schicht aus einem hydrophoben Polymer, z. B. vernetztem Polystyrol bestehen.

Im Fall eines Dampfsensors, der auf einen basischen Dampf ansprechen soll, beispielsweise Methylamin, kann die absorbierende Schicht aus einem sauren Polymer bestehen, z. B. aus vernetzter Polymethacrylsäure.

Im Falle eines Dampfsensors, der auf einen sauren Dampf ansprechen soll, z. B. Azetylsäure, kann die absorbierende Schicht aus einem basischen Polymer bestehen, z. B. Poly(diäthylaminoäthyl)-Methacrylat.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert, die einen Querschnitt durch den Sensor zeigt.

Das Ausführungsbeispiel wird in bezug auf einen Feuchtigkeits-Sensor beschrieben. Es sei jedoch bemerkt, daß die vorliegende Erfindung auch Sensoren umfassen soll, die auf andere Dämpfe als Wasserdampf ansprechen.

Der Feuchtigkeits-Sensor enthält einen Feldeffekt-Transistor mit isoliertem Tor (IGFET), der zwischen dem Tor-Isolator und der Tor-Elektrode eine Schicht aus hydrophilem Material aufweist. Wenn dieses Material Wasserdampf absorbiert, erfährt es eine Änderung der Masse-Dielektrizitätskonstanten.

Wenn die Abfluß-Spannung  $V_D$  beim Betrieb des IGFET im Sättigungsbereich der Abfluß-Strom/Abfluß-Spannungscharakteristik

$(I_D, V_D)$  auf einem festen Wert gehalten wird, gilt bekanntlich der Bezug des Abfluß-Stromes  $I_D$  zur Tor-Spannung  $V_G$  gemäß dem ungefähren Ausdruck

$$I_D = \frac{W}{2L} \mu C (V_G - V_T)^2$$

worin  $W$  und  $L$  jeweils die Breite und Länge des leitenden Kanals sind und vom Wert  $V_D$  abhängen;  $\mu$  ist die Ladungsträger-Mobilität in dem leitenden Kanal,  $C$  ist die Tor-Kapazität, und  $V_T$  ist die Schwellwertspannung.

Eine durch Absorption von Wasserdampf verursachte Änderung der Masse-Dielektrizitätskonstanten bewirkt eine Änderung der Tor-Kapazität  $C$ , die zu einer Änderung des Abfluß-Stromes führt. Das Ausmaß einer Kapazitätsänderung hängt von der Menge des absorbierter Wasserdampfes ab, die eine Funktion des Wasserdampf-Partialdruckes der Umgebung und des Maßes der Hydrophilität des die absorbierende Schicht bildenden Materials ist. Wenn der IGFET mit einer festen Tor-Wechselspannung arbeitet, kann der Abfluß-Strom  $I_D$  eine Anzeige des Wasserdampf-Partialdruckes der Umgebung liefern.

Gemäß der Zeichnung enthält der Sensor ein Substrat 10 aus einem Halbleitermaterial, vorzugsweise Silizium. Das Substrat hat eine Dotierung des einen Polaritätstyps (vorzugsweise p-Typ) und enthält zwei voneinander einen Abstand aufweisende Bereiche 11, 12, die eine Dotierung des anderen Polaritäts-Typs (vorzugsweise n-Typ) besitzen. Diese Bereiche bilden den Abfluß und die Quelle und sind mit einer Abfluß- und einer Quelle-Elektrode D, S versehen. Der Tor-Isolator 13 besteht vorzugsweise aus einer Schicht aus Siliziumdioxid oder Siliziumnitrid oder -oxyd und trägt eine Schicht 14 aus hydrophilem Material. Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht das Material aus einem Polyacrylat-Hydrogel, nämlich Hydroxyäthyl-Methacrylat. Dieses Material hat sich als besonders geeignet erwiesen, da das Maß der Hydrophilität

gesteuert werden kann; wenn eine gesteigerte Hydrophilität erforderlich ist, kann das Hydroxyäthyl-Methacrylat mit einem hochhydrophilen Monomer, z. B. N-Vinyl-Pyrrolidon copolymerisiert werden. Wenn eine verminderte Hydrophilität gefordert wird, kann das Hydroxyäthyl-Methacrylat mit einem hydrophoben Monomer, z. B. Styrol, copolymerisiert werden.

Ferner ist ein geeigneter Katalysator zur Polymerisation ein Foto-Initiator, z. B. 2,2'-azo-bis(2-Methyl)-Propionitril, so daß gegebenenfalls das Polymer auf der Oberfläche des Tor-Isolators durch eine fotolithografische Technik aufgebracht werden kann.

Die Tor-Elektrode 15 besitzt eine Aufdampfung von beispielsweise Gold oder Kupfer auf der Oberfläche der Schicht 14.. Um das absorbierende Material dem Wasserdampf der Umgebung auszusetzen, wird die Elektrode durch Aufdampfen durch eine in einer geeigneten Weise gestaltete Schattenmaske aufgebracht oder stattdessen durch Ätzen der Aufdampfung, beispielsweise unter Verwendung einer Ionenstrahl-Frästechnik. Wenn die Elektrode ausreichend dünn bemessen wird, ist sie genügend porös, um die unter ihr liegende Schicht in dem gewünschten Maß freizulegen. Insoweit sollte die Elektrode eine Dicke zwischen 100 Å und 500 Å besitzen und vorzugsweise etwa eine Dicke von 200 Å.

Im Betrieb werden an die entsprechenden Dioden des Sensors geeignete Tor- und Abfluß-Spannungen  $V_G$ ,  $V_D$  angelegt, und der Abfluß-Strom  $I_D$ , der ein Maß für den Wasserdampf-Partialdruck der Umgebung ist, wird überwacht.

Bei dem spezifischen Ausführungsbeispiel eines Feuchtigkeits-Sensors ist es erwünscht, den IGFET mit Wechselspannung, (bei Frequenzen von vorzugsweise 1 kHz) zu betreiben, um dadurch jeglicher Tendenz für einen Ladungs-Leckverlust in der absorbierenden Schicht zu begegnen.

Es sei bemerkt, daß die wasserabsorbierende Schicht 14 außer aus Hydroxyäthyl-Methacrylat auch aus anderen Polyacrylat-Hydrogelen gebildet werden kann, beispielsweise Hydroxypropyl-Methacrylat. Ferner können andere Formen von Hydrogelen verwendet werden, beispielsweise Zelluloseacetat und vernetzte Polymere auf der Basis von N-Vinyl-Pyrrolidon oder Polyacrylamid.

Wenn ein Sensor auf andere Dämpfe als Wasserdampf ansprechen soll, besteht die absorbierende Schicht 14 aus einem Material, das auf einen gewünschten Dampf oder eine gewünschte Klasse von Dämpfen anspricht.

Wenn der Sensor auf Kohlenwasserstoff-Dämpfe - z. B. auf Benzol - ansprechen soll, kann die absorbierende Schicht 14 aus einem hydrophoben Polymer bestehen, z. B. aus vernetztem Polystyrol. Wenn der Sensor auf einen basischen Dampf - z. B. Methylamin - ansprechen soll, kann die absorbierende Schicht 14 aus einem sauren Polymer bestehen, z. B. vernetzter Polymethacrylsäure. Wenn der Sensor auf einen sauren Dampf - z. B. Azetalsäure - ansprechen soll, kann die absorbierende Schicht aus einem basischen Polymer bestehen, z. B. Poly(diäthylaminoäthyl)-Methacrylat.

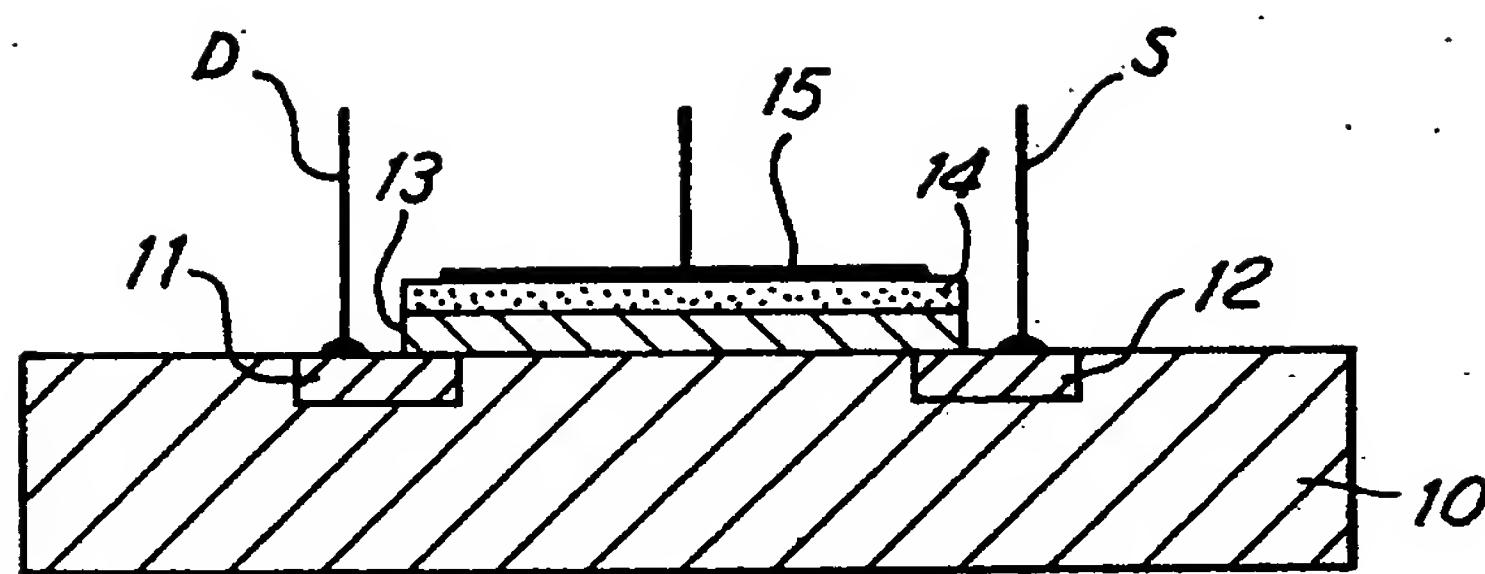
Vorausgesetzt, daß Ladungs-Leckverluste innerhalb der absorbierenden Schicht nicht auftreten, können Sensoren, die auf andere Dämpfe als Wasserdämpfe ansprechen, entweder mit Gleichspannung oder Wechselspannung betrieben werden.

-10-

- Leerseite -

Nummer: 34 24 129  
int. Cl. 3: G-01-N 27/12  
Anmeldetag: 30. Juni 1984  
Offenlegungstag: 7. März 1985

-11-



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.